

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 37,5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

741 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 ВПРАВО Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 3894 1,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санци	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi=3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125



Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150000000 км
1 световой год	1 св. год = $9,46 \cdot 10^{15}$ м
1 парсек	1 пк = 3,26 св. года
Масса частиц	
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а.е.м.
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ а.е.м.

Астрономические величины	
средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370$ км
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ м
температура поверхности Солнца	$T = 6000$ К

Плотность	
подсолнечного масла 900 кг/м ³	
воды 1000 кг/м ³	алюминия 2700 кг/м ³
древесины (сосна) 400 кг/м ³	железа 7800 кг/м ³
керосина 800 кг/м ³	ртути 13600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость	
воды $4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда $2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди 380 Дж/(кг·К)
железа 460 Дж/(кг·К)	чугуна 800 Дж/(кг·К)
свинца 130 Дж/(кг·К)	

Удельная теплота	
парообразования воды $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг	
плавления свинца $2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг	
плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг	

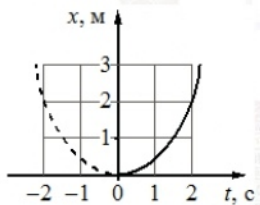
Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0 °С

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Часть 1

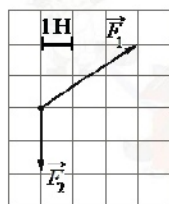
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси Ох. График зависимости её координаты от времени $x = x(t)$ изображён на рисунке. Определите проекцию a_x ускорения этого тела.



Ответ: _____ м/с².

2 На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Определите модуль равнодействующей этих сил.



Ответ: _____ Н.

3 Мяч выпустили из рук на высоте 10 м с начальной скоростью, равной нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 50 Дж. Потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10 Дж. Какова масса мяча?

Ответ: _____ кг.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125





4 Деревянный кубик имеет ребро длиной 3 см. Определите архимедову силу, действующую на кубик при его полном погружении в воду.

Ответ: _____ Н.

5 Автомобиль массой 2 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, двигаясь с постоянной по модулю скоростью 36 км/ч. Радиус кривизны моста равен 40 м.

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля по мосту.

- 1) Равнодействующая сил, действующих на автомобиль в верхней точке моста, сонаправлена с его скоростью.
- 2) Сила, с которой мост действует на автомобиль в верхней точке моста, меньше 20 000 Н и направлена вертикально вниз.
- 3) В верхней точке моста автомобиль действует на мост с силой, равной 15000 Н.
- 4) Центростремительное ускорение автомобиля в верхней точке моста равно 2,5 м/с².
- 5) Ускорение автомобиля в верхней точке моста направлено противоположно его скорости.

Ответ:

--	--

6 Груз, подвешенный к пружине жёсткостью k, совершает свободные вертикальные колебания с периодом T и амплитудой x₀. Что произойдёт с периодом колебаний и максимальной скоростью груза, если при неизменной амплитуде колебаний использовать пружину меньшей жёсткости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний маятника	Максимальная скорость груза

7 Шайба массой m, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью v абсолютно неупруго сталкивается с покоящейся шайбой массой M.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Импульс первоначально покоившейся шайбы после столкновения
- Б) Суммарная кинетическая энергия шайб после столкновения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{m^2v}{m+M}$
- 2) $\frac{mMv}{m+M}$
- 3) $\frac{m^2v^2}{2(m+M)}$
- 4) $\frac{(m+M)v^2}{2}$

Ответ:

А	Б

8 Аргон и неон находятся в одном сосуде и отделены легкой подвижной стенкой. Концентрации газов одинаковые. Определите отношение средней кинетической энергии аргона к энергии неона.

Ответ: _____.

9 Внешние силы совершили над газом работу 30 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 30 Дж. Какое количество теплоты отдал газ в этом процессе?

Ответ: _____ Дж.

10 В сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится воздух с относительной влажностью 50%. Во сколько раз при неизменной температуре уменьшится объём сосуда к моменту, когда водяной пар станет насыщенным?

Ответ: в _____ раза.

11 В двух различных сосудах находится по 1 моль идеальных газов. Объём первого сосуда в 2 раза больше, чем второго. В первом сосуде находится неон при температуре 27 °С; во втором – аргон при температуре 600 К.

Выберите два верных утверждения о параметрах состояния указанных газов.

- 1) Концентрация неона в 2 раза больше, чем аргона.
- 2) Среднеквадратичные скорости молекул неона и аргона одинаковы.
- 3) Давление аргона в 4 раза больше, чем неона.
- 4) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул в первом сосуде в 2 раза больше, чем во втором.
- 5) Абсолютная температура газа во втором сосуде примерно в 22 раза больше, чем в первом.

Ответ:

--	--

12 Температуру нагревателя тепловой машины Карно понизили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

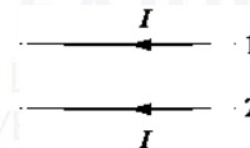
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

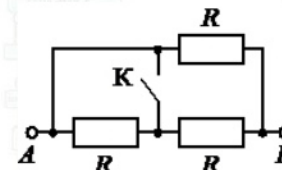
13 По двум прямым тонким длинным проводникам, параллельным друг другу, текут токи I (см. рисунок). Как направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) сила Ампера, действующая на проводник 2 со стороны проводника 1?



Ответ запишите словом (словами): *вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.*

Ответ: _____.

14 На сколько уменьшится сопротивление участка цепи АВ, изображённого на рисунке, после замыкания ключа К, если сопротивление каждого резистора $R = 6 \text{ Ом}$?



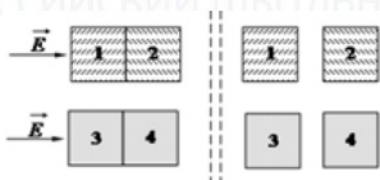
Ответ: _____ Ом.

15 В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения $B_{\text{макс}}$ за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 8 мВ. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T увеличить в 2 раза, а $B_{\text{макс}}$ в 2 раза уменьшить.

Ответ: _____ В.



16 Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными медными кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка). Выберите два верных утверждения, описывающих данный процесс..



- 1) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 2) При помещении стеклянных кубиков в электрическое поле наблюдается явление поляризации.
- 3) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 4) После разделения кубик 2 приобретает положительный заряд.
- 5) После разделения кубик 3 приобретает отрицательный заряд.

Ответ:

--	--

17 В первом опыте по проволочному резистору протекал ток. Для второго опыта взяли резистор из проволоки той же длины из того же металла, но с вдвое большей площадью поперечного сечения. Через него пропустили вдвое больший ток. Как изменились при переходе от первого опыта ко второму следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе и его сопротивление?

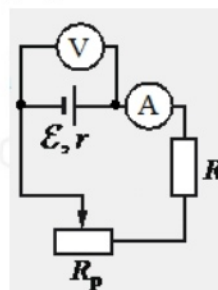
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Тепловая мощность	Сопротивление резистора

18 Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.



Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

ФОРМУЛЫ

- А) показания амперметра
Б) показания вольтметра

- 1) $\frac{\varepsilon(R + R_p)}{R + R_p + r}$
- 2) $\frac{\varepsilon r}{R + R_p + r}$
- 3) $\frac{\varepsilon}{R + R_p + r}$
- 4) $\varepsilon(R + R_p - r)$

Ответ:

А	Б



19 Определите заряд и массовое число ядра, образовавшейся в результате ядерной реакции, частицы: ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_Z^A\text{X} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_2^4\text{He}$.

Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число ядра A.

ЗАРЯД ЯДРА Z	МАССОВОЕ ЧИСЛО ЯДРА A

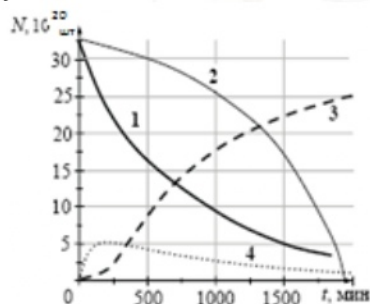
20 Период полураспада T изотопа селена ${}_{34}^{81}\text{Se}$ равен 18 мин. Какая масса этого изотопа осталась в образце, содержащем первоначально 120 мг ${}_{34}^{81}\text{Se}$, через 54 мин.?

Ответ: _____ мг.

21 Находящаяся в закрытом сосуде платина ${}_{78}^{200}\text{Pt}$ в результате одного электронного β -распада переходит в радиоактивный изотоп золота ${}_{79}^{200}\text{Au}$, который затем превращается в стабильный изотоп ртути ${}_{80}^{200}\text{Hg}$. На рисунке приведены графики изменения в сосуде числа атомов с течением времени.

Установите соответствие между изотопами химических веществ и графиками изменения числа их атомов с течением времени.

К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Химический элемент	Номер графика
А) Платина ${}_{78}^{200}\text{Pt}$	1) 2) 3) 4)
Б) Ртуть ${}_{80}^{200}\text{Hg}$	

Ответ:

А	Б

22 С помощью ученической линейки измерили толщину пачки из 500 листов бумаги. Толщина оказалась (50 ± 1) мм. Запишите, чему равна толщина одного листа бумаги с учетом погрешности.

Ответ: (_____ \pm _____) мм.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность бензина. Для этого школьник взял стакан с бензином и динамометр.

Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) калориметр
- 2) мензурка
- 3) стальной цилиндр с крючком
- 4) термометр
- 5) пружина

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

--	--

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125



24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Название созвездия
Альдебаран	3600	5,0	45	Телец
Мероп	14 000	4,5	4	Телец
Антарес А	3400	12,5	5	Скорпион
ан-Ният	30 700	15	5	Скорпион
Мирфак	6600	11	56	Персей
Алголь А	12 000	3,6	2,3	Персей
Ригель	11 200	40	138	Орион
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Так как звёзды Антарес А и ан-Ният имеют примерно одинаковые массы, они относятся к одному спектральному классу
- 2) Так как звёзды Ригель и Бетельгейзе относятся к одному созвездию, они находятся на одинаковом расстоянии от Земли.
- 3) Звезда Альдебаран является красным гигантом.
- 4) Температура поверхности звезды Бетельгейзе выше, чем температура поверхности Солнца.
- 5) Звезда Ригель является сверхгигантом.

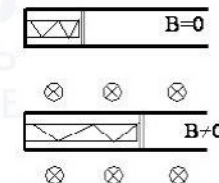
Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Свободно перемещающийся по рамке проводник с током через изолятор прикреплен к пружине жесткостью 5 Н/м (см. рис.). Длина проводника 0,5 м, и по нему течет ток силой 2 А. При включении магнитного поля, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки, пружина растянулась на 10 см. Определите величину индукции магнитного поля (в мТл).



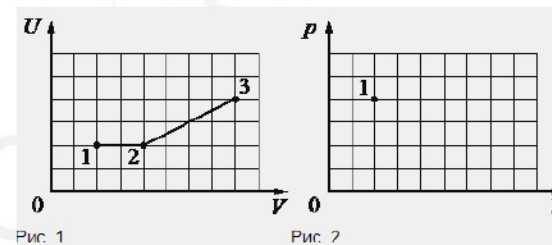
Ответ: _____ Тл.

26 Емкость конденсатора, включенного в цепь переменного тока, равна 6 мкФ. Уравнение колебаний напряжения на конденсаторе имеет вид: $U = 50\cos(10^3t)$, где все величины выражены в СИ. Найдите амплитуду силы тока.

Ответ: _____ А.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27 На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его объёма V в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных p – V (p – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125

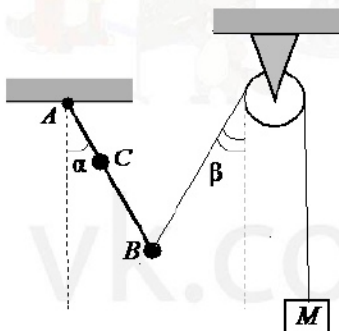


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 28 Два груза подвешены на достаточно длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через идеальный блок (см. рисунок). Грузы удерживали неподвижно, а затем осторожно отпустили, после чего они начали двигаться равноускоренно. Через $t=1$ с после начала движения скорость правого груза (массой $m = 1$ кг) была направлена вертикально вверх и равна 4 м/с. Определите силу натяжения нити. Трением пренебречь.

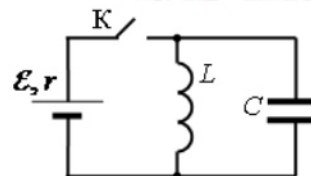


- 29 Невесомый стержень АВ с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках С и В соответственно, шарнирно закреплён в точке А. Груз массой $M = 100$ г подвешен к невесомому блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии: если стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите длину l стержня АВ. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз М и стержень.



- 30 В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 180 г и температуру -55°C , 25% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна 500 Дж/(кг·К). Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

- 31 В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут, $E=8$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1,5$ мГн. В момент $t = 0$ ключ К размыкают. В момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний напряжение на конденсаторе равно ЭДС источника, сила тока в контуре $I = 3,5$ А. Найдите ёмкость конденсатора С. Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь. Ответ округлите до десятых долей мкФ.



- 32 Радиоактивные источники излучения могут использоваться в космосе для обогрева оборудования космических аппаратов. Например, на советских «Луноходах» были установлены тепловыделяющие капсулы на основе полония-210. Реакция распада этого изотопа имеет вид: ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + \alpha$, где получающиеся α -частицы обладают кинетической энергией $E = 5,3$ МэВ. Сколько атомов полония должно распасться в тепловыделяющей капсуле, чтобы с её помощью можно было превратить в воду лёд объёмом $V = 10$ см³, находящийся при температуре 0°C ? Плотность льда $\rho = 900$ кг/м³, теплоёмкостью стакана и капсулы, а также потерями теплоты можно пренебречь.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125





Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–24

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущено две ошибки. В заданиях 5, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

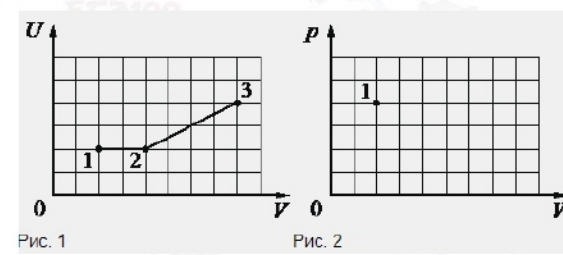
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1	14	1
2	3	15	2
3	0,6	16	25/52
4	0,27	17	12
5	34/43	18	32
6	11	19	11
7	23	20	15
8	1	21	13
9	60	22	0,0000,002
10	2	23	23/32
11	14	24	35/53
12	22	25	0,5
13	вверх	26	0,3

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

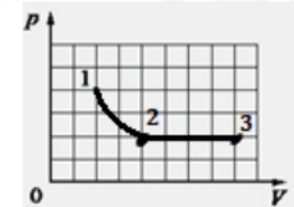
Решения заданий 27–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 27 и от 0 до 3 баллов за задания 28 и 29–32.

27

На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его объёма V в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных p – V (p – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.



Возможное решение:



- 1.
2. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа пропорциональна его температуре $U = \frac{3}{2} \nu RT$, так как на участке 1-2 внутренняя энергия не изменяется, то температура также остается неизменной. Происходит изотермическое расширение газа: $pV = const$, согласно графику, объем

<p>увеличился в 2 раза, следовательно, давление уменьшилось в 2 раза. В координатах pV графиком будет гипербола.</p> <p>3. Участок 2-3 соответствует изобарному расширению газа:</p> $\frac{V}{T} = const.$ <p>При увеличении объема в 2 раза, давление останется неизменным, графиком будет горизонтальный отрезок.</p>	Баллы
<p>Критерии оценивания выполнения задания</p>	
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: формула для определения внутренней энергии одноатомного идеального газа, приведены законы, описывающие, изотермический и изобарный процессы).</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p>	1

<p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

28

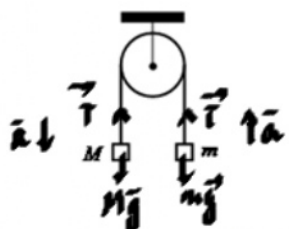
Два груза подвешены на достаточно длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через идеальный блок (см. рисунок). Грузы удерживали неподвижно, а затем осторожно отпустили, после чего они начали двигаться равноускоренно. Через $t=1$ с после начала движения скорость правого груза (массой $m = 1$ кг) была направлена вертикально вверх и равна 4 м/с. Определите силу натяжения нити. Трением пренебречь.



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125



Возможное решение:



Запишем второй закон Ньютона для каждого тела, учтем, что ускорения тела и силы натяжения нитей одинаковые:

$$\vec{T} + M\vec{g} = M\vec{a} \qquad T - Mg = -Ma$$

в проекциях получим:

$$\vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a} \qquad T - mg = ma$$

$v_y = v_{0y} + a_y t$, так как в начальный момент тела покоились, то

$$a_y = \frac{v_y}{t}. \text{ Для натяжения правой нити получим:}$$

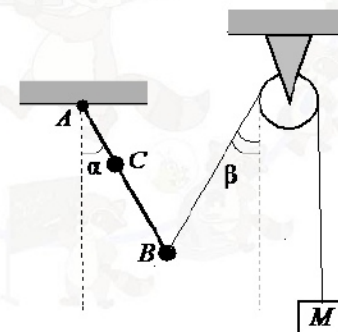
$$T = m(g + a) = m(g + \frac{v_y}{t}), \quad T = 1 \cdot (10 + \frac{4}{1}) = 14 \text{ Н.}$$

Ответ: $T = 14 \text{ Н.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона для системы тел, формула для определения скорости равноускоренного движения</i>); II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения	1

теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях.	
ИЛИ	
Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

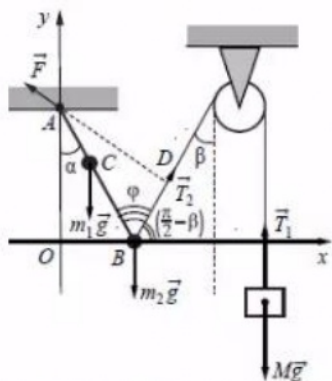
29 Невесомый стержень АВ с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200 \text{ г}$ и $m_2 = 100 \text{ г}$, расположенными в точках С и В соответственно, шарнирно закреплён в точке А. Груз массой $M = 100 \text{ г}$ подвешен к невесомому блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии: если стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25 \text{ см}$. Определите длину l стержня АВ. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз М и стержень.



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125



Возможное решение:



Так как груз находится в равновесии, то, согласно второму закону

$$\vec{T}_1 + M\vec{g} = 0, T_1 = Mg.$$

На стержень с грузами m_1 и m_2 действуют силы тяжести и сила натяжения нити, а также сила реакции опоры со стороны шарнира F. Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (так как нить нерастяжимая). Запишем правило

$$\text{моментов относительно точки A: } m_1 g l_1 + m_2 g l_2 - T_2 \cdot AD = 0$$

$$\text{Учтем, что } AD = l \sin \alpha = l \sin(\alpha + \beta).$$

$$m_1 g b \sin \alpha + m_2 g l \sin \alpha - Mg \cdot l \sin(\alpha + \beta) = 0$$

$$m_1 g b \sin \alpha = l g (M \sin(\alpha + \beta) - m_2 \sin \alpha)$$

$$l = \frac{m_1 b \sin \alpha}{M \sin(\alpha + \beta) - m_2 \sin \alpha}.$$

$$l = \frac{200 \cdot 25 \cdot 0,5}{100 \cdot \sqrt{3} / 2 - 100 \cdot 0,5} \approx 68,3 \text{ см.}$$

Ответ: $l \approx 68,3 \text{ см.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае:	3

условие натяжения нити, второй закон Ньютона, правило моментов).

II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шайбу, указано направление силы трения, действующей на доску;

III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);

IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

II (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

II (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.

II (ИЛИ)

Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.

2

1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125



<p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30

В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 180 г и температуру $-55\text{ }^\circ\text{C}$, 25% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500\text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Возможное решение:	
<p>Так как вода и лёд находятся в тепловом равновесии, то их температура 0°C. Запишем уравнение теплового баланса с учетом того, что 25% воды превратилось в лёд: $0,2mr = cm_1(t_0 - t)$, где m масса воды в сосуде, а m_1 масса болта, t температура болта.</p>	
<p>Тогда $m = \frac{cm_1(t_0 - t)}{0,2r}$, $m = \frac{500 \cdot 0,18 \cdot 55}{0,25 \cdot 3,3 \cdot 10^5} = 0,06\text{ кг}$.</p>	
Ответ: $m = 0,06\text{ кг}$.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для	3

<p>решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>условие теплового равновесия тел, уравнение теплового баланса</i>).</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>II (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>II (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>II (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически</p>	1

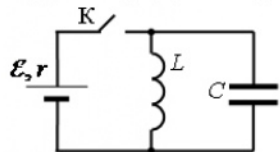
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125





верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

31 В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут, $E=8\text{ В}$, $r=2\text{ Ом}$, $L=1,5\text{ мГн}$. В момент $t=0$ ключ К размыкают. В момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний напряжение на конденсаторе равно ЭДС источника, сила тока в контуре $I=3,5\text{ А}$. Найдите ёмкость конденсатора C . Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь. Ответ округлите до десятых долей мкФ.



Возможное решение:

Так как рассматривается длительный промежуток времени, то конденсатор заряжен, ток через конденсатор не идет и напряжение на нем $U_C=0$. Через катушку ток идет $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$, $I_0 = \frac{8}{2} = 4\text{ А}$, с учетом того, что сопротивление катушки равно нулю. Энергия, накопленная в катушке $W_L = \frac{LI_0^2}{2}$. После размыкания ключа, возникнут электромагнитные

колебания, запишем закон сохранения энергии: $\frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$.

$$CU^2 = L(I_0^2 - I^2), C = \frac{L(I_0^2 - I^2)}{U^2}. C = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} (4^2 - 3,5^2)}{8^2} \approx 88\text{ мкФ}.$$

Ответ: $C \approx 88\text{ мкФ}$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для определения заряда конденсатора, энергии конденсатора, закон сохранения энергии и электрического заряда</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. II (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. II (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. II (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо	1

преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

32 Радиоактивные источники излучения могут использоваться в космосе для обогрева оборудования космических аппаратов. Например, на советских «Луноходах» были установлены тепловыделяющие капсулы на основе полония-210. Реакция распада этого изотопа имеет вид: ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + \alpha$, где получающиеся α -частицы обладают кинетической энергией $E = 5,3$ МэВ. Сколько атомов полония должно распасться в тепловыделяющей капсуле, чтобы с её помощью можно было превратить в воду лёд объёмом $V = 10 \text{ см}^3$, находящийся при температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$? Плотность льда $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$, теплоёмкостью стакана и капсулы, а также потерями теплоты можно пренебречь.

Возможное решение:

Найдем количество теплоты, необходимое для нагревания воды:
 $Q = cm\Delta T = c\rho V\Delta T$. В результате распада одного ядра полония-210 выделяется количество теплоты $E_1 = 5,3 \text{ МэВ} = 5,3 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 8,48 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$. Так как потерями теплоты можно пренебречь, то, согласно закону сохранения энергии $Q = E$, где $E = E_1 N$ – энергия, выделившаяся при распаде всех атомов. Следовательно, в капсуле должно распасться число ядер: $N = \frac{Q}{E} = \frac{c\rho V\Delta T}{E}$.

$N = \frac{4200 \cdot 1000 \cdot 250 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{8,48 \cdot 10^{-13}} \approx 10^{17}$.	
Ответ: $N = 10^{17}$.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон сохранения энергии, формула для определения количества теплоты для нагревания жидкости); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210125



Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом.

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Если расхождение составляет 2 или более балла за выполнение любого из заданий 25–32, то третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

